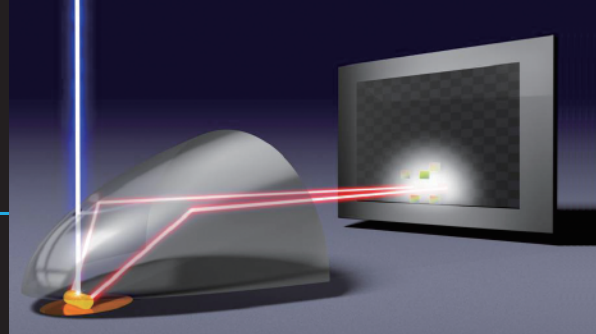
SPARC

delmic

カソードルミネッセンスイメージング分光装置

SPARCはSEMに取付けるナノおよびマイクロフォトニック構造研究用の卓越した感度、操作性および複合機能を持つ高分解能角度分解型カソードルミネッセンスイメージング分光装置です。

SPARCは、SEMに接続し10nmより高い空間分解能でUV、可視光、IRスペクトル範囲を完全にカバーする高空間分解カソードルミネッセンスイメージング分光が行えます。
さらに、SPARCは放出される光の角度分解分光情報も合わせて提供します。組み込まれているピエゾでコントロールされるパラボリックミラーにより高効率な取込の定量測定を行うことができます。SPARCは他に類を見ない独特な組合せの装置です。

カソードルミネッセンス分光装置
ディープ・サブ波長空間分解能の情報

SEMの持つ確実にフォーカスされた電子ビームは、効率的に電子ビームの衝撃位置で双極子放射源のように振舞います。この電子ビームで発生する電場は、UV、可視光、IRスペクトル範囲にわたり、フォトニックモードおよびナノ・マイクロ構造の共振に励起エネルギーを与えます。
これらのモードと共振によって放射される光はSEMの電子ビームコラムと試料の間に設置されるパラボリックミラーにより取込まれます。SEMの電子ビーム径は容易に10nm以下に絞り込まれます。この技術は光学波長の50～100分の1にあたる10nm以下の空間分解能での光学分光を可能にします。

分光分析　光学状態の密度分布の測定

励起状態にある試料から放たれた光は収集され電子ビームの位置毎に分光されます。このようにして試料のエミッション二次元スペクトルマップは取り込まれます。
このマップは局所状態密度（LDOS）をダイレクトに測定します。LDOSは広範囲の波長で40nm以下の空間分解能にて測定することができます。

SPARCの能力

SPARCはディープ・サブ波長の分解能でナノ・マイクロ構造のフォトニック研究に適した真に独特な分析手法です。
金属質（プラズモニック、Ag、Au、etc）、誘電体（SiO2、Si3N4、TiO2、etc）や半導体（Si、GaAs、CdTe、etc）のマイクロ・ナノフォトニック構造およびその関連材料の研究に有用です。

共鳴モードスペクトル

モード電磁界分布
導波管モード分散
フォトニック結晶バンド構造
フォトニック結晶キャビティーモード
光局在
ナノ構造における光学的ホットスポット
量子ドットからのエミッション
レアアースドープ構造からのエミッション
光学材料の欠陥
光アンテナ放射プロファイル
レーザー、LEDからのエミッションプロファイル

角度分析　運動量分光

SPARCはミラーを通じ放射された光ビームプロファイルを記録するイメージ用CCDカメラを備えています。このプロファイルより試料からの角度分解された放射パターンが得られ、励起位置でのすべての周波数で決められた平面の波長ベクトルを測定する運動量分光を行います。

この技術により、10nm以下のスポットサイズの空間分解能で周期的および非周期的な局所バンド構造が測定されます。

完全なアライメントと高感度測定のための新しいデザイン

カソードルミネッセンス分光の効率的な検出は検出器の位置合わせと取り込まれる感度が重要です。
SPARCの3つの独特な設計の特徴は次の通りです。

取込み角の大きい（1.46πsr.）ダイヤモンドターニング加工のハーフパラボリックミラーを採用し、広範囲のスペクトルバンド幅に対し、大部分の色収差や球面収差のない操作が行えます。

高精度4軸ピエゾアライメント機構により電子ビームの衝撃位置に集光ミラーの焦点位置合わせを行います。これはスタンダードな定量測定と角度分解CLモードの定量測定を行う上で双方の測定ともに必須な機構です。

測定試料から得られた光は、分光器に光を効率良く導くマルチモードオプティカルファイバーにつなげられます。この配置は分光器のアライメントからミラーシステムのアライメントに分けられ、信頼性の高い光の取込を確実にします。

SPARCのSEMへの接続

SPARCはSEMの真空試料室の1つのフランジに取付けられます。
軽量のオプティカルボードが直接SEMのフランジに接続され、測定試料とSPARCの光学系が同一の振動を受けるプラットホーム上に載せられます。チタン製高精度ミラーステージは真空試料室内のSEM試料ステージ上に取付けられます。ミラーステージの取付けおよび取外しは通常5分以内で行うことができます。
なお、位置合わせ用のソフトウェアが標準で含まれています。
定量CL測定ができるように詳細な取扱説明書が付属されています。

SPARCは主なSEMに接続されます。（注意：取付けられないSEMもございますのでご検討の際には必ずお問い合わせください。）専用のフランジアッセンブリーがSEMのフランジに合わせ設計されます。SEMとSPARCのソフトウェア用の駆動信号がSEMの外部でx-yスキャン入力とインターフェースでつなげられています。

ユーザーフレンドリーな操作性と専用のソフトウェア

カソードルミネッセンス分光は比較的短時間で非常に多くのデータ（x、y波長、感度、角度、偏極）が取得できます。専用のソフトウェアが２極放射マップ、角度発光プロファイル、および、その他データからのクロスカットデータ作成用に供給されています。
SPARCはオランダ アムステルダムのFON-Institute AMOL（www.erbium.nl/arcis.html）にて、開発されました。

３つの主な文献

・Angle-resolved cathodoluminescence imaging spectroscopy
T. Coenen,E.J.R. Vesseur, and A.Polman, Appl. Phys. Lett. 99,143103 (2011)
・Plasmonic whispering gallery cavities as optical nanoantennas
E.J.R. Vesseur and A. Polman, Nano Lett. 11,5524 (2011)
・Deep-subwavelength spatial characterization of angular emission from single-crystal Au plasmonic ridge nanoantennas
T. Coenen, E.J.R. Vesseur, and A. Polman,
ACS Nano DoI: 10.1021/nn204750d (2012)

＊本仕様および内容は予告なしに変更されることがございます。

emn エルミネット株式会社

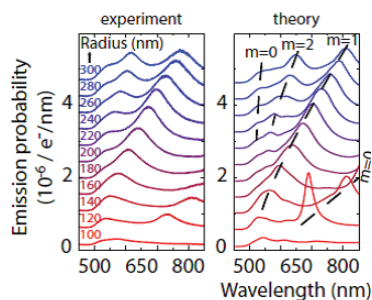
SPARC カソードルミネッセンスイメージング分光装置

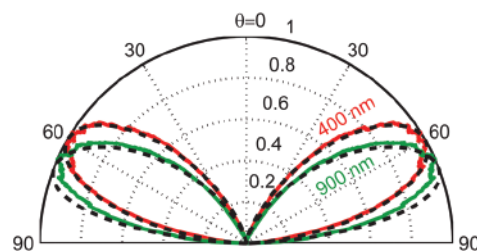
測定例

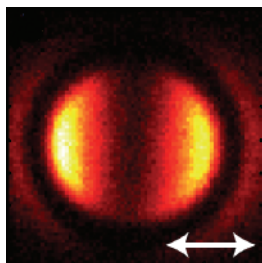
SPARCは光学イメージとディープ・サブ波長空間分解能の情報を持つ運動量分光を行う真の複合分析装置です。

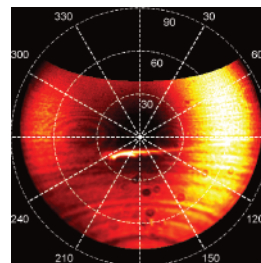
スペクトル、空間および角度分解と感度の実証例
（すべてのデータはFEI社XL-30 FE-SEM、加速エネルギー30KeVにて測定。データご提供元　The Polman group, AMOLF）

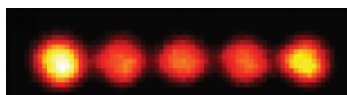
CLエミッションスペクトル

直径（垂直軸の絶対目盛）の異なる共鳴プラズモニックリングキャビティーのCLエミッションスペクトルと相当する計算されたスペクトルが良く一致していることが示されています。

2極放射パターンを反映している２種類の波長(400、900nm)における単結晶Au表面（遷移放射）の角度放出分布

橙色と緑色で表す実測値と破線で表す理論値が優れた一致を示しています。

Au表面上のプラズモニックリングキャビティー λ=800nm　分極化されたエミッション

（イメージサイズ800nm×800nm）

Auナノ粒子のオプティカルYagi-Udaアンテナλ=500nmにおける放出方位

右側に向かいエミッションの増加が観測されます。

オプティカルYagi-Udaアンテナのλ=600nm 2次元CLエミッションマップ

粒径100nmのAu 5粒子のマップ
（イメージサイズ200nm×800 nm）

プラズモニック定在波のCL ラインスキャン

Au表面の3種類の異なるキャビティー幅（1000、2000、3000nm）のファブリペローキャビティそれぞれのポジションで完全なCLスペクトルが取り込まれています。

＊本仕様および内容は予告なしに変更されることがございます。

〒124-0012　東京都葛飾区立石3-15-4　TEL:03-6379-4105　FAX:03-6379-4106
E-Mail:info@elminet.co.jp　URL:http://www.elminet.co.jp

CN：SPARC-201305